

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

21.4.2004

Rec'd PCT/PTO

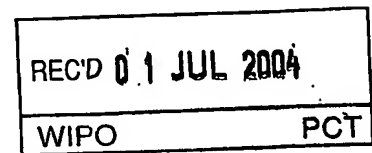
24 MAR 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 5月16日

出願番号
Application Number: 特願2003-139371
[ST. 10/C]: [JP 2003-139371]



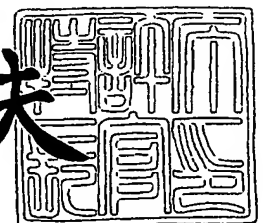
出願人
Applicant(s): 三菱電機株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 545608JP01

【提出日】 平成15年 5月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B62D 6/00
B62D 5/04

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 遠藤 雅也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 栗重 正彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 佐竹 敏英

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 井上 知之

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073759

【弁理士】

【氏名又は名称】 大岩 増雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093562

【弁理士】

【氏名又は名称】 児玉 俊英

【選任した代理人】

【識別番号】 100088199

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹中 岑生

【選任した代理人】

【識別番号】 100094916

【弁理士】

【氏名又は名称】 村上 啓吾

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035264

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 操舵制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ハンドルに印加される操舵反力トルクの目標値である目標操舵反力トルクを生成する目標操舵反力トルク生成手段を有し、上記操舵反力トルクが上記目標操舵反力トルクに一致するように制御する操舵制御装置において、上記目標操舵反力トルク生成手段は、ステアリング軸反力トルクを推定するステアリング軸反力トルク推定手段、及び基準路面反力トルクを推定する基準路面反力トルク推定手段を備え、上記ステアリング軸反力トルク推定手段によって推定されたステアリング軸反力トルク及び上記基準路面反力トルク推定手段によって推定された基準路面反力トルクを用いて上記目標操舵反力トルクを設定することを特徴とする操舵制御装置。

【請求項 2】 上記ステアリング軸反力トルク及び上記基準路面反力トルクは、重み付けされて上記目標操舵反力トルクの設定に用いられることを特徴とする請求項 1 記載の操舵制御装置。

【請求項 3】 上記ステアリング軸反力トルク及び上記基準路面反力トルクの重み付けに用いられる係数は、車速に応じて変化させることを特徴とする請求項 2 記載の操舵制御装置。

【請求項 4】 上記目標操舵反力トルク生成手段により設定された目標操舵反力トルクと、保舵時に基準路面反力トルクより設定される目標操舵反力トルクとを用いて、操舵角速度に応じた重み付けを行い、新たな目標操舵反力トルクを設定することを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれかに記載の操舵制御装置。

【請求項 5】 ハンドルに結合されたハンドル軸と車輪を転舵する転舵機構とが差動歯車機構を介して結合された操舵制御装置において、上記ステアリング軸反力トルク推定手段は、車輪舵角を制御する舵角モータのモータ電流と操舵反力トルクとステアリング軸角加速度とを用いてステアリング軸反力トルクを推定することを特徴とする請求項 1～請求項 4 のいずれかに記載の操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、目標操舵反力トルクのヒステリシス幅と傾きを調節して、操舵フィーリングを改善した操舵制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

特許文献1に記載されている従来の操舵制御装置では、操舵反力トルクを以下により定めていた。

操舵反力トルク = $K \cdot \text{タイヤ反力} + \text{補正值}$

ただし、補正值は車速と操舵角から設定する。

これにより適度なヒステリシスを持った操舵反力特性（操舵角－操舵反力特性）を実現していた。

【0003】

また、特許文献2に記載されている従来の操舵制御装置では、操舵反力トルクを以下により定めていた。それにより、従来のパワーステアリング装置搭載車と同等の操舵フィーリングを実現していた。

操舵反力トルク $T_{he} = (1 + f(o))^{-1} SAT$

SAT : セルフアライニングトルク

$f(o)$: アシストトルク $T_{em} = f(o) \cdot T_{he}$

【0004】

また、特許文献3に記載されている従来の操舵制御装置では、ヒステリシスのある操舵反力トルクを切増切戻判定手段とあらかじめ設定したハンドル角と操舵反力トルクの関係式から生成した。

【0005】

【特許文献1】

特開2000-238654号公報（段落番号0044～0116、
図11）

【特許文献2】

特開2002-274405号公報（段落番号0017～0040、

図 1)

【特許文献 3】

特開 2002-19631 号公報（段落番号 0018～0049、図 2）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献 1 に示された従来の操舵制御装置では、「操舵反力トルク = $K \cdot$ タイヤ反力 + 補正值」により操舵反力トルクのヒステリシスと傾きを調節できるが、補正值をあらかじめ設定する必要があるため、路面摩擦 μ の変化等によっては、適切な補正值にならない問題があった。

【0007】

さらに、特許文献 2 に示された従来のステアバイワイヤでは、パワーステアリングのアシストマップの関係と推定したセルフアライニングトルクから操舵反力トルクを設定するために、パワーステアリングシステム搭載車と同等の操舵フィーリングを得ることはできるが、操舵反力トルクの設定方法に自由度がないため、操舵フィーリングを従来のパワーステアリング装置搭載車よりさらに向上させる操舵反力を設定することができない問題があった。

【0008】

また、特許文献 3 に示される従来の操舵制御装置では、ハンドル角と操舵反力トルクの関係式をあらかじめ設定する必要があるため、複雑な操舵反力トルクを設定するためには、マッチング工数が多くなり、また演算処理が複雑になる。さらに、車輪にかかる外力は、路面摩擦係数、操舵状況等によって変化するものである。操舵角と車速から数式的に求めた操舵反力トルクでは、車輪にかかる外力や操舵装置に内在する摩擦を十分に考慮した操舵反力トルクに制御できないため、車両挙動を認識できない課題があり、さらに操舵フィーリングを悪化させてしまう恐れがある。

【0009】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであり、目標操舵反力トルクのヒステリシス幅と傾きをそれぞれ調節して、容易に操舵フィーリ

ングを改善する目標操舵反力トルクを生成することができ、路面摩擦の変化に対しても適切な操舵反力トルクが得られる操舵制御装置を得ることを目的にしている。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明に係わる操舵制御装置においては、ハンドルに印加される操舵反力トルクの目標値である目標操舵反力トルクを生成する目標操舵反力トルク生成手段を有し、操舵反力トルクが目標操舵反力トルクに一致するように制御する操舵制御装置において、目標操舵反力トルク生成手段は、ステアリング軸反力トルクを推定するステアリング軸反力トルク推定手段、及び基準路面反力トルクを推定する基準路面反力トルク推定手段を備え、ステアリング軸反力トルク推定手段によって推定されたステアリング軸反力トルク及び基準路面反力トルク推定手段によって推定された基準路面反力トルクを用いて目標操舵反力トルクを設定するものである。

【0011】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1による操舵制御装置の構成の概略を示す図である。

図1においては、運転者がハンドル1を操作する操舵機構16と、車輪15を転舵する転舵機構17が機械的に結合していない、いわゆるステアバイワイヤシステムと呼ばれる操舵制御装置である。操舵機構16は、ハンドル軸2を通じてハンドル1の操舵角を検出するハンドル角検出手段3と、ハンドルに印加されている操舵反力トルクを検出する操舵反力トルク検出手段4と、この操舵反力トルクを任意に制御する反力モータ5を備える。転舵機構17は、操舵車輪の車輪舵角に相当する角度を検出する車輪舵角検出手段11と、車輪舵角を任意に制御する舵角モータ8を備える。舵角モータ8により制御されたステアリング軸10の回転角がピニオンギア12、ラック13、ナックルアーム14を介し、車輪15の車輪舵角に変換される。

【0012】

制御装置 7 は、車輪転舵時に車輪に作用する反力のステアリング軸換算値と転舵機構に作用する摩擦トルクのステアリング軸換算値の和であるステアリング軸反力トルクを推定するステアリング軸反力トルク推定手段及び車輪転舵時に車輪に作用する反力のステアリング軸換算値である基準路面反力トルクを推定する基準路面反力トルク推定手段を有し、推定されたステアリング軸反力トルク及び基準路面反力トルクからハンドルに印加する操舵反力トルクの目標値を生成する目標操舵反力トルク生成手段と、目標操舵反力トルクと操舵反力トルク検出手段 4 により検出される操舵反力トルクが一致するように操舵反力モータを駆動するための目標電流値を設定する操舵反力トルク制御手段と、操舵車輪の目標車輪舵角を生成する目標車輪舵角生成手段と、目標車輪舵角と車輪舵角検出手段 11 の出力が一致するように舵角モータを駆動するための目標電流値を設定する車輪舵角制御手段を備える。

駆動回路 6 は、反力トルク制御手段で設定される目標電流が、反力モータに印加されるように駆動電流の制御を行う。駆動回路 9 は、車輪舵角制御手段で設定される目標電流が、舵角モータに印加されるように駆動電流の制御を行う。

【0013】

図 2 は、この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置の目標操舵反力トルク生成手段を示すフローチャートである。

図 3 は、この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置のステアリング軸反力トルク T_{ste} と基準路面反力トルク T_{road} の関係を示す図である。

図 3 において、横軸は操舵角、縦軸はトルクである。

【0014】

図 4 は、この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置の重み係数 W の例を示す図である。

図 4 において、横軸は基準路面反力トルクの絶対値、縦軸は重み係数である。

図 5 は、この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置の反力ゲイン K_1 の例を示す図である。

図 5 において、横軸は基準路面反力トルクの絶対値、縦軸は反力ゲインである。

。

図6は、この発明の実施の形態1による操舵制御装置のステアリング軸反力トルクと目標操舵反力トルクを示す図である。

図6において、横軸は舵角、縦軸はトルクである。

【0015】

図7は、この発明の実施の形態1による操舵制御装置の重み係数Pのマップの例を示す図である。

図7において、横軸は操舵角速度、縦軸は重み係数Pである。

図8は、この発明の実施の形態1による操舵制御装置の操舵角速度のフィルタ処理の違いを示す図である。

図8において、横軸は時間、縦軸は操舵角速度の絶対値である。

【0016】

次に、図2のフローチャートを用いて、目標操舵反力トルク生成手段について、順次説明する。

まず、図2のステップS1のステアリング軸反力トルク推定手段について述べる。

ステアリング軸反力トルクとは、車輪転舵時に車輪に作用する路面反力のステアリング軸換算値（基準路面反力トルク T_{road} ）と転舵機構17に作用する摩擦トルクのステアリング軸換算値 T_{fric} の和である。このステアリング軸反力トルクの推定手法として以下の方法を用いている。

図1の転舵機構17は、一般的電動パワーステアリング装置において、アシストモータの出力のみで車輪を転舵していることに相当する。力学的に、ステアリング軸反力トルク T_{ste} は、舵角モータ電流 I_{ma} 、舵角モータトルク定数 K_{ma} 、舵角モータの慣性 J_{ma} 、舵角モータギア比（舵角モータ8からステアリング軸10までのギア比） G_{ma} 、ステアリング軸角加速度 $d^2\theta/dt^2$ とすると、式1の関係が成り立つ。

$$T_{ste} = G_{ma} \cdot K_{ma} \cdot I_{ma} - G_{ma}^2 \cdot J_{ma} \cdot d^2\theta/dt^2$$

(式1)

ステアリング軸角加速度 $d^2\theta/dt^2$ は、車輪舵角検出手段11の出力値を2

階微分することで得られる。モータの慣性項を考慮すると、早い操舵時のステアリング軸反力トルクを精度良く推定できる。

特に、モータの慣性が小さく、モータ慣性の影響が無視できる場合、式2で路面反力 T_{ste} を推定できる。

$$T_{ste} = G_{ma} \cdot K_{ma} \cdot I_{ma} \quad (式2)$$

T_{ste} にノイズが含まれる場合は、遅れが問題にならない程度のカットオフ周波数 (3 ~ 5 Hz) を持つローパスフィルタでノイズを除去する。

【0017】

次に、図2のステップS2の基準路面反力トルク推定手段について述べる。

基準路面反力トルク T_{road} とは、車輪転舵時に車輪に作用する反力であり、ここではステアリング軸換算した反力トルクとする。基準路面反力トルク T_{road} と転舵機構17に作用する摩擦トルク T_{fric} の和が、ステアリング軸反力トルクに相当する。すなわち、図3で示すように、基準路面反力トルクは、ステアリング軸反力トルクにおけるヒステリシス幅の中心を通る反力である。

【0018】

基準路面反力トルク推定手段では、特開2001-122146号公報で用いたフィルタ処理手法を用いる。すなわち、推定したステアリング軸反力トルクをローパスフィルタに通すことで基準路面反力トルクを推定する。ローパスフィルタのカットオフ周波数は0.05 ~ 1 Hzであるが、操舵速度や車速に応じて変更しても良い。

このようにして推定したステアリング軸反力トルク T_{ste} と推定した基準路面反力トルク T_{road} から目標操舵反力トルクを設定する。ステアリング軸反力トルクと基準路面反力トルクを用いることにより、目標操舵反力トルクのヒステリシス幅と傾きをそれぞれ調節することができる。

【0019】

次に、図2のステップS3、ステップS4について説明する。

ここでは、ハンドル角や車輪舵角、基準路面反力トルク T_{road} などによって変化する反力ゲイン K_1 と重み係数 W を用い、式3を用いてステアリング軸反力トルク T_{ste} と基準路面反力トルク T_{road} の重み付けを行って、目標操

舵反力トルク T_{ref1} を算出する。

$$T_{ref1} = K1 \cdot \{W \cdot T_{ste} + (1-W) \cdot T_{road}\} \quad W \geq 0 \quad (式3)$$

たとえば、基準路面反力トルク T_{road} が小さい領域で、重み係数 W を小さくすることで、ヒステリシス幅を小さくでき、オンセンター感が強くなる。また摩擦の影響が小さいクイックな操舵感を得ることができる。

さらに、基準路面反力トルク T_{road} が小さい領域で、反力ゲイン $K1$ を大きくし、基準路面反力トルク T_{road} が大きい領域で、反力ゲイン $K1$ を小さくすることで、オンセンター感を強くするとともに、操舵角が大きい領域で操舵反力トルクを小さくし、パワステ効果を得る。図6は、ステアリング軸反力トルクと、式3を用いて求めた目標操舵反力トルクの例である。

【0020】

また、ステアリング軸反力トルク、基準路面反力トルクは車速によって変化するため、車速に応じて反力ゲイン $K1$ 、重み係数 W を変化させる。図4、図5は、重み係数 W と反力ゲイン $K1$ の例である。横軸に基準路面反力トルクの絶対値を取っているのは、左右両方の操舵を考慮しているためである。

【0021】

次に、図2のステップS5、ステップS6について説明する。

切り増しと切り戻しでヒステリシスのある操舵反力トルクを反力モータで制御しようとする、ハンドルを保舵しようとした時や、ハンドルを軽く持っている時に、微小な操舵で操舵反力トルクがヒステリシス間でハンチングを起こし、操舵フィーリングを悪化させてしまう。

そこで、ハンドル操舵速度によりヒステリシス幅を変化させる。

式4を用いて、 T_{ref1} のヒステリシス幅の中心を通る保舵時の目標操舵反力トルク T_{ref2} を算出する。

$$T_{ref2} = K1 \cdot T_{road} \quad (式4)$$

さらに、式5を用いて新たな目標操舵反力トルクを算出する。

$$T_{ref3} = P \cdot T_{ref1} + (1-P) \cdot T_{ref2} \quad 0 \leq P \leq 1 \quad (式5)$$

Pは操舵角速度が小さいときに0に近づく重みである。ハンドル角速度のノイズが大きい場合や、微小操舵時の影響を小さくする場合は操舵角速度にローパスフィルタ処理をした値からPを求める。図7に、重み係数Pのマップの例を示す。

【0022】

また、操舵角速度の絶対値にローパスフィルタ処理をした値からPを求めてもよい。ハンドル切り返し時に瞬間的にハンドル角速度が0になるが、絶対値にローパスフィルタ処理することで、0にならない。つまり切り返し操作を保舵と判定しない。図8に、操舵角速度のフィルタ処理の違いを示す。

【0023】

実施の形態1によれば、ステップS1、S2により、ステアリング軸反力トルク T_{ste} と基準路面反力トルク T_{road} から目標操舵反力トルクを生成することにより、走行時の車両挙動をドライバに伝えることができ、自然なフィーリングが得られる。

さらに、目標操舵反力トルクのヒステリシス幅と傾きをそれぞれ調節することができるため、操舵フィーリングを向上する適切な目標操舵反力トルクを容易に設定することができる。

また、ステアリング軸反力トルク、基準路面反力トルクともに推定して求めるため、マッチング工数を少なくすることができる。またステアリング軸反力トルク、基準路面反力トルクとともに推定して求めるため、走行状況の変化（路面摩擦 μ の変化など）に対応して安定した操舵反力トルクを設定することができる。

【0024】

また、ステップS3、S4により、操舵フィーリングを向上する適切な目標操舵反力トルクを容易に設定することができる。

また、車速変化に対応して、操舵フィーリングの良い操舵反力トルクが得られる。

【0025】

さらにまた、ステップS5、S6により、ハンドルを一定角度に保舵しようとした時や、ハンドルを軽く持った時など、人間のハンドルを操舵する時の特性の影響で、操舵反力トルクがヒステリシス幅で上下し、ハンチング振動が発生して

しまう。ハンドル速度が小さいときに、ヒステリシス幅を小さくした目標操舵反力トルクを生成することで、保舵時のヒステリシス幅間で発生するハンチング振動を抑え、操舵フィーリングを良くすることができる。

【0026】

実施の形態 2.

図 9 は、この発明の実施の形態 2 による操舵制御装置の構成の概略を示す図である。

図 9 においては、運転者がハンドル 1 を操作する操舵機構 16 と、車輪 15 を転舵する転舵機構 17 が機械的に結合していない図 1 の操舵制御装置に対し、操舵機構 16 と、車輪 15 を転舵する転舵機構 17 が遊星ギア機構 18、遊星ギア機構 19 を介して、機械的に結合した機構になっている。

ハンドル軸 2 は、遊星ギア機構 18 のキャリア 21 に結合されている。反力モータ 5 は、遊星ギア機構 18 のリングギア 22 にギアを介して接続され、リングギアの回転を制御する。ステアリング軸 10 は、遊星ギア機構 19 のキャリア 25 に結合されている。遊星ギア機構 18 のサンギア 20 と遊星ギア機構 19 のサンギア 24 は、シャフト 28 で結合されており、シャフト 28 にギアを介して、舵角モータ 8 が接続される。遊星ギア機構 19 のリングギア 26 は、回転できないように固定されている。遊星ギア機構 18 の遊星ギア 23、遊星ギア機構 19 の遊星ギア 27 も図中に示す。

【0027】

図 9 では、舵角モータ 8 で、車輪舵角（ステアリング軸 10 の角度）を制御する。遊星ギア機構 18 は、差動機構として働き、ハンドル操舵角と車輪舵角との間に角度差を生じさせると共に、反力モータ 5 で、ハンドル 1 に印加されている操舵反力トルクを制御する。

遊星ギア機構 18 のサンギア 20 の角度を $\theta 1s$ 、キャリア 21 の角度を $\theta 1c$ 、リングギア 22 の角度を $\theta 1r$ とする。リングギア 22 の回転を固定した時のサンギア 20 とキャリア 21 のギア比を $G 1s$ とする。

$$\theta 1s = G 1s \cdot \theta 1c \quad (式 6)$$

サンギア 20 の回転を固定した時のリングギア 22 とキャリア 21 のギア比を G

1 r とする。

$$\theta 1 r = G 1 r \cdot \theta 1 c \quad (\text{式 7})$$

【0028】

遊星ギア機構の特性からキャリア 21 にトルク T 1 c を入力した場合の、サンギア 20 での出力トルク T 1 s、リングギア 22 での出力トルク T 1 r は、

$$T 1 s / G 1 r = T 1 c / (G 1 s \cdot G 1 r) = T 1 r / G 1 s \quad (\text{式 8})$$

の関係がある。

キャリア 21 の入力トルク T 1 c は、操舵反力トルク検出手段 4 で検出した操舵反力トルク T s e n s に等しいため、サンギア 20 からの出力トルク T 1 s は、式 9 で求まる。

$$T 1 s = T 1 c / G 1 s = T s e n s / G 1 s \quad (\text{式 9})$$

遊星ギア機構 19 のサンギア 24 の角度を $\theta 2 s$ 、キャリア 25 の角度を $\theta 2 c$ とする。サンギア 24 とキャリア 25 のギア比を G 2 s とするとき、

$$\theta 2 s = \theta 1 s = G 2 s \cdot \theta 2 c \quad (\text{式 10})$$

舵角モータの電流 I m a、舵角モータトルク定数 K m a、舵角モータの慣性 J m a、舵角モータギア比（舵角モータ 8 からシャフト 28 までのギア比）G m a、ステアリング軸角加速度 $d^2 \theta 2 c / d t^2$ とすると、

$$G m a^2 \cdot J m a \cdot d^2 \theta 1 s / d t^2 = T 1 s + G m a \cdot K m a \cdot I m a - T s t e / G 2 s \quad (\text{式 11})$$

と力学的に表すことができる。

【0029】

これを、ステアリング軸角で表すと、

$$G m a^2 \cdot G 2 s \cdot J m a \cdot d^2 \theta 2 c / d t^2 = T s e n s / G 1 s + G m a \cdot K m a \cdot I m a - T s t e / G 2 s \quad (\text{式 12})$$

になり、よって、ステアリング軸反力トルクは、以下の式 13 より推定可能である。

$$T s t e = G 2 s \cdot T s e n s / G 1 s + G m a \cdot G 2 s \cdot K m a \cdot I m a - G m a^2 \cdot G 2 s^2 \cdot J m a \cdot d^2 \theta 2 c / d t^2 \quad (\text{式 13})$$

ステアリング軸角加速度 $d^2 \theta 2 c / d t^2$ は、車輪舵角検出手段 11 の出力値

を2階微分することで得られる。

モータの慣性が小さく、モータ慣性の影響が無視できる場合、次式でステアリング軸反力トルク T_{ste} を推定できる。

$$T_{ste} = G_{2s} \cdot T_{sens} / G_{1s} + G_{ma} \cdot G_{2s} \cdot K_{ma} \cdot I_{ma} \quad (\text{式14})$$

T_{ste} にノイズが含まれる場合は、遅れが問題にならない程度のカットオフ周波数を持つローパスフィルタでノイズを除去する。

【0030】

図9に示す機構において、ステアリング軸反力トルクを推定するには、操舵機構16からシャフト28に作用する力を求める必要があるが、反力モータの慣性や出力トルク等を考慮して求めようとするとは複雑になる。しかし、ハンドルに印加されている操舵反力トルクを検出する操舵反力トルク検出手段4の出力 T_{sens} を用いることで、操舵機構16からシャフト28に作用する力を T_{sens} のゲイン倍として求めることができる。

そのため、検出した操舵反力トルク T_{sens} と舵角モータ電流 I_{ma} とステアリング軸角加速度 $d^2\theta_{2c}/dt^2$ からステアリング軸反力トルクを推定することができ、推定に必要な状態量を少なくでき、安定した推定が可能である。センサも図9の構成から、さらに追加する必要がなく、コストを低くすることができる。

また、ステアリング軸反力トルクを推定するために、路面摩擦係数 μ を推定、摩擦の方向判定をする必要がなく、ステアリング軸反力トルクを安定して推定することができる。

【0031】

なお、ハンドル軸2が遊星ギア機構18のサンギア20に結合し、ステアリング軸10は遊星ギア機構19のサンギア24に結合し、遊星ギア機構18のキャリア21と遊星ギア機構19のキャリア25をシャフト28で結合した構成や、遊星ギア機構18の代わりにハーモニックドライブ減速機構などの差動歯車機構を用いた構成においても、トルクの入出力関係を用いることで、操舵反力トルクを検出する操舵反力トルク検出手段4の出力結果 T_{sens} と舵角モータ電流 I

$m a$ とステアリング軸角加速度 $d^2 \theta / d t^2$ からステアリング軸反力トルクを推定することができる。

また、遊星ギア機構 19 は単なる減速機構として作用するため、遊星ギア機構に代わるその他の減速機構を用いてもよい。

【0032】

実施の形態 2 によれば、図 9 の構成によっても、ステアリング軸反力トルクを推定することができ、推定に必要な状態量を少なくでき、安定した推定が可能である。センサも図 9 の構成から、さらに追加する必要がなく、コストを低くすることができる。

また、実施の形態 1 と同様に、推定したステアリング軸反力トルク T_{ste} を用い、実施の形態 1 の図 2 フローチャートを実施することで、目標操舵反力トルクを生成する。それにより目標操舵反力トルク生成手段において、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。

【0033】

【発明の効果】

この発明は、以上説明したように、ハンドルに印加される操舵反力トルクの目標値である目標操舵反力トルクを生成する目標操舵反力トルク生成手段を有し、操舵反力トルクが目標操舵反力トルクに一致するように制御する操舵制御装置において、目標操舵反力トルク生成手段は、ステアリング軸反力トルクを推定するステアリング軸反力トルク推定手段、及び基準路面反力トルクを推定する基準路面反力トルク推定手段を備え、ステアリング軸反力トルク推定手段によって推定されたステアリング軸反力トルク及び基準路面反力トルク推定手段によって推定された基準路面反力トルクを用いて目標操舵反力トルクを設定するので、走行時の車両挙動を運転者に伝えることができ、自然な操舵フィーリングが得られると共に、目標操舵反力トルクのヒステリシス幅と傾きをそれぞれ調節することができるため、操舵フィーリングを向上する適切な目標操舵反力トルクを設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置の構成の概略を示す

図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置の目標操舵反力トルク生成手段を示すフローチャートである。

【図 3】 この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置のステアリング軸反力トルク T_{ste} と基準路面反力トルク T_{road} の関係を示す図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置の重み係数 W の例を示す図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置の反力ゲイン K_1 の例を示す図である。

【図 6】 この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置のステアリング軸反力トルクと目標操舵反力トルクを示す図である。

【図 7】 この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置の重み係数 P のマップの例を示す図である。

【図 8】 この発明の実施の形態 1 による操舵制御装置の操舵角速度のフィルタ処理の違いを示す図である。

【図 9】 この発明の実施の形態 2 による操舵制御装置の構成の概略を示す図である。

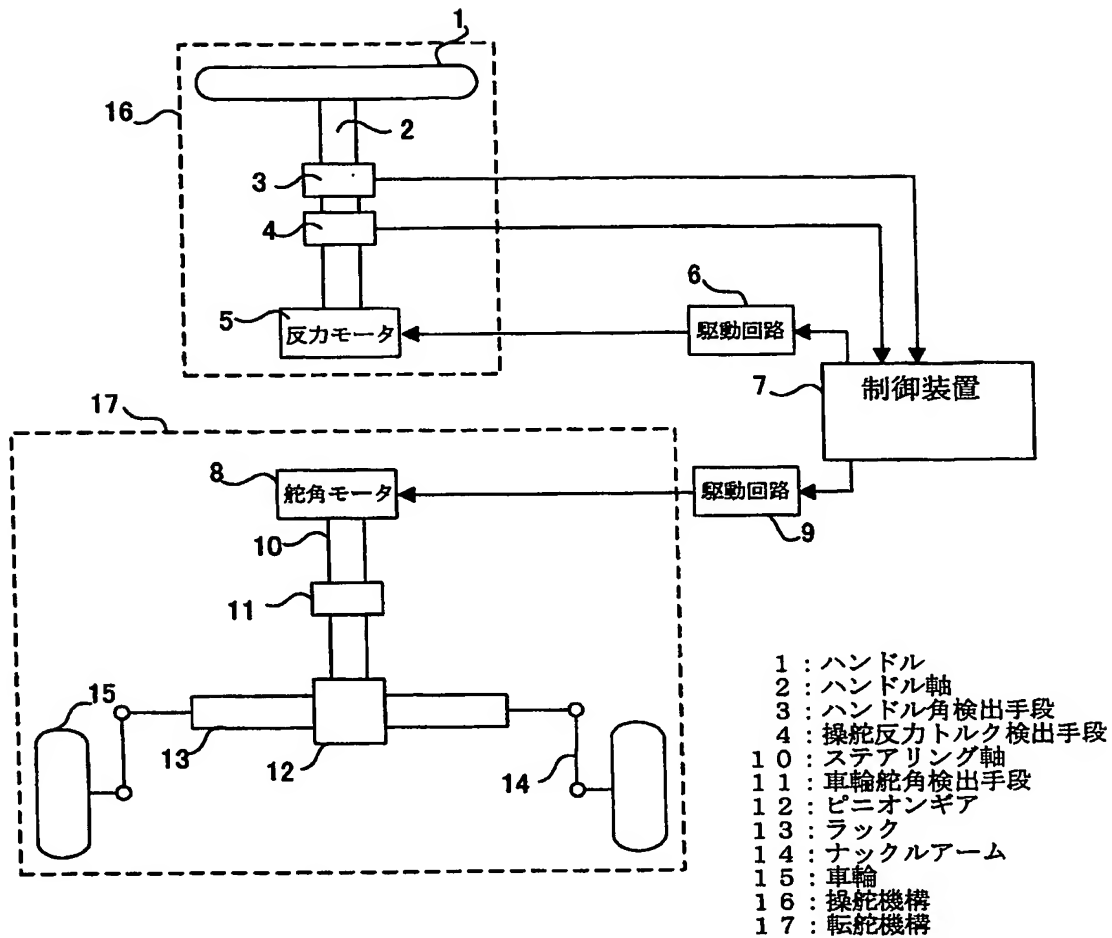
【符号の説明】

- 1 ハンドル、2 ハンドル軸、3 ハンドル角検出手段、
- 4 操舵反力トルク検出手段、5 反力モータ、6 駆動回路、7 制御装置、
- 8 舵角モータ、9 駆動回路、10 ステアリング軸、
- 11 車輪舵角検出手段、12 ピニオンギア、13 ラック、
- 14 ナックルアーム、15 車輪、16 操舵機構、17 転舵機構、
- 18 遊星ギア機構、19 遊星ギア機構、20 サンギア、21 キャリア、
- 22 リングギア、23 遊星ギア、24 サンギア、25 キャリア、26
- リングギア、27 遊星ギア、28 シャフト。

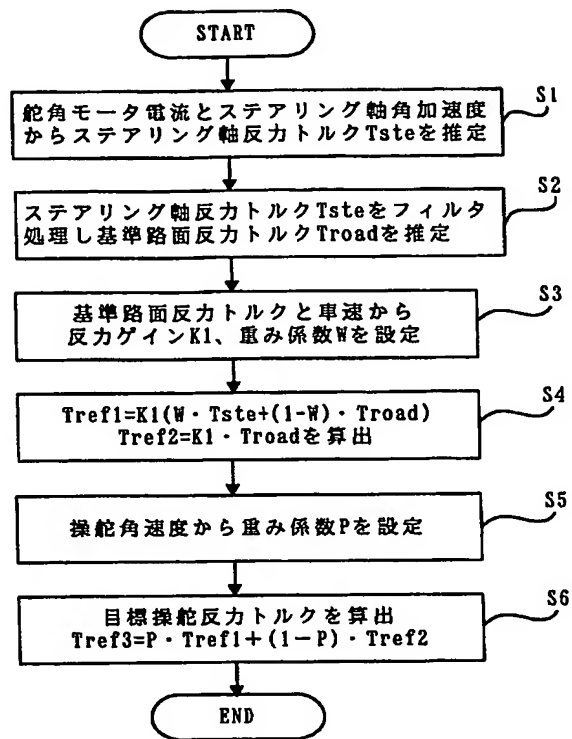
【書類名】

図面

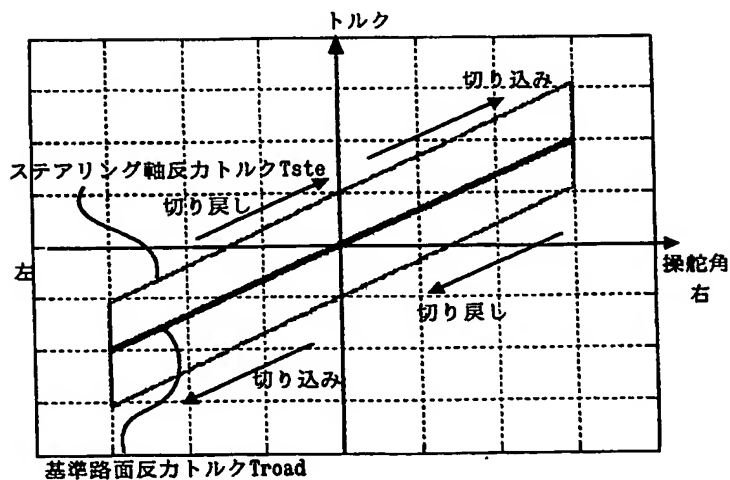
【図 1】



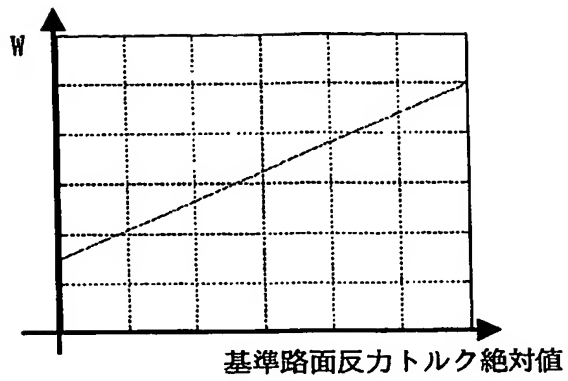
【図 2】



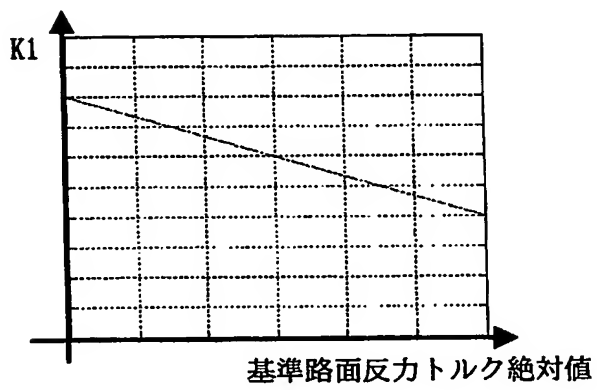
【図 3】



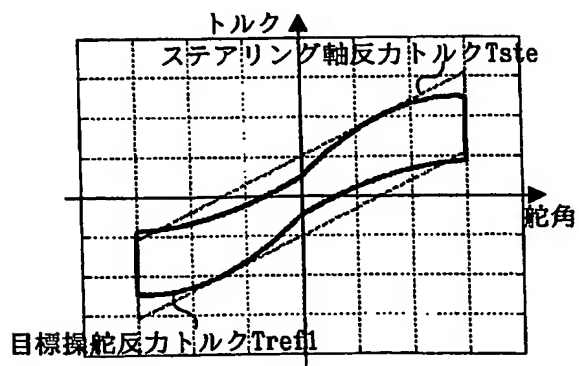
【図 4】



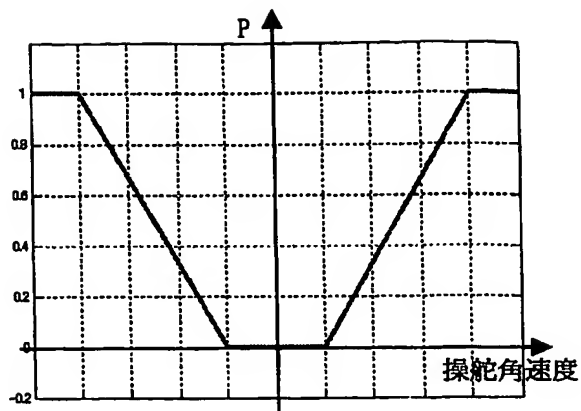
【図 5】



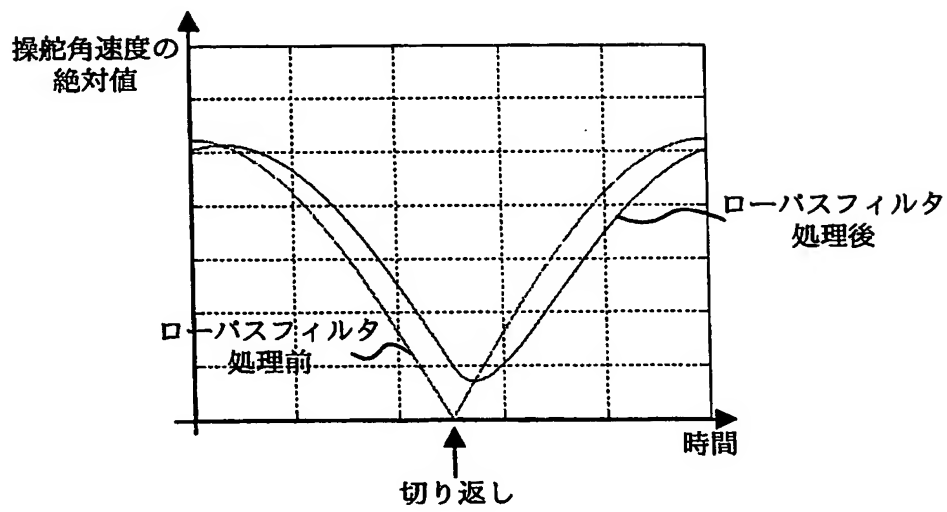
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 目標操舵反力トルクのヒステリシス幅と傾きをそれぞれ調節して、容易に操舵フィーリングを改善する目標操舵反力トルクを生成することができ、路面摩擦の変化に対しても適切な操舵反力トルクが得られる操舵制御装置を得る。

【解決手段】 ステアリング軸反力トルク推定手段によりステアリング軸反力トルクを推定し、基準路面反力トルク推定手段により基準路面反力トルクを推定したのち、推定されたステアリング軸反力トルク及び基準路面反力トルクを重み付けして、目標操舵反力トルク生成手段により、これらに基づき目標操舵反力トルクを設定するようにして、目標操舵反力トルクのヒステリシス幅と傾きをそれぞれ調節して、操舵フィーリングを改善する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 1 3 9 3 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号
氏 名	三菱電機株式会社